

Lövtäckningens effekter på markstrukturen - observationer i köksträdgården på Hovdala slott

The effects of leaf litter mulching on the physical capacity of the soil.
Observations in the kitchen garden at Hovdala castle, Sweden.

Anna Morgardt



Lövtäckningens effekter på markstrukturen. Observationer i köksträdgården på Hovdala slott.

The effects of leaf litter mulching on the physical capacity of the soil. Observations in the kitchen garden at Hovdala castle, Sweden.

Anna Morgardt

Handledare: Helena Karlén, SLU, Institutionen Biosystem och teknologi

Examinator: Håkan Asp, SLU, Institutionen för Biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Hortonom

Examen: Kandidatexamen i biologi

Ämne: Biologi (EX0493)

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och -år: januari 2015

Omslagsbild: Anna Morgardt

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Täckodling, mulching, löv, reducerad bearbetning, markstruktur, aggregat, daggmask, markstrukturindex, fältdiagnostik, köksträdgård.

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

Jord fascinerar mig på flera sätt. Den bär upp oss och handen i jorden kan grunda oss. Jorden sjuder av liv som vi inte kan se med blotta ögat men har komplexa samarbeten som i slutändan gör att vi kan äta oss mätta. Jag är tacksam för att jag fått möjlighet att snöa in på detta område.

Jag vill härmed tacka min handledare Helena Karlén som tog fasta på mina intressen och drivkrafter, kopplade samman mig med Hovdala och gett mig mycket stöd. Tack alla på Hovdala slott och framförallt Georg Grundsten för ett varmt mottagande och bra samarbete. Sedan vill jag tacka min studiekamrat Maria, mamma Kristina, morbror Anders för respons och peppande samt sambos, familj och vänner för utrymme att skriva, stöd och inspiration.

Anna Morgardt
Malmö 2015-01-14

Sammandrag

Arbetets syfte var att samla kunskap om hur gynnsamma förhållanden kan skapas för köksväxter ur ett långsiktigt perspektiv. Studien gjordes i en köksträdgård på Hovdala slott, Hässleholm. De senaste tre vintrarna innan studien genomfördes hade jorden i köksträdgården inte bearbetats, utan hade istället täckts med ett 10-20 centimeter tjockt lövtäcke. Markstrukturen undersöktes i lövtäckt jord och jämfördes med referensyta där ingen täckning skett. Resultaten visade att mullhalten och troligtvis dagmaskbeståndet var högre och markens aggregatstruktur och porstorleksfördelning bättre på täckodlad markyta än på referensytorna. Vissa av dessa resultat stöds av andra publicerade studier, vilka beskriver att täckning med organiskt material förbättrar markstrukturen. Slutsatsen är att lövtäckning kan bidra till en förbättrad markstruktur och därmed bättre odlingsförhållanden.

Abstract

The aim of this paper was to get more knowledge about how favorable conditions can be created for kitchen plants. The study has been done in the kitchen garden at Hovdala castle, Hässleholm, Sweden. During the last three winters before the study was performed the soil in the kitchen garden has not been cultivated but had been covered with 10-20 centimeters of leaves. The soil structure in the leaf mulched areas was investigated and compared with a reference area where no mulching had been done. The investigations showed that the humus content was higher, as likely the number of earthworms, and the soil aggregate structure and pore size distribution were better on the mulched areas than at the reference sites. Some of these results are supported by other published studies describing the effects of mulching with organic materials. The conclusion is that leaf mulching may contribute to an improved soil structure and hence to better growing conditions.

Innehåll

Introduktion	1
Bakgrund.....	1
Syfte, mål, frågeställning och avgränsningar	6
Material och Metod	8
Litteraturstudie.....	8
Samtal med trädgårdsmästare Georg Grundsten	8
Observationsstudie på Hovdala slott	8
Markstrukturtest i fält	9
Jordart-, mullhalt- och pH-bestämning.....	12
Resultat.....	14
Litteraturstudiens resultat.....	14
Marktäckning.....	14
Jordbearbetning	14
Påverkan på daggmusk.....	14
Aggregatstruktur	15
Platsbeskrivning, odlingshistorik och observationer	16
Observationsstudien på Hovdala slott	18
Jordlager och utrullningsprov	18
Mullhalt	18
Spadtramp.....	19
Maskförekomst	19
Struktur	20
Infiltrationshastighet	20
Jordart, mullhalt och pH	21
Sammanfattning av observationsstudiens resultat	22
Diskussion	23
Referenslista	27
Bilagor	

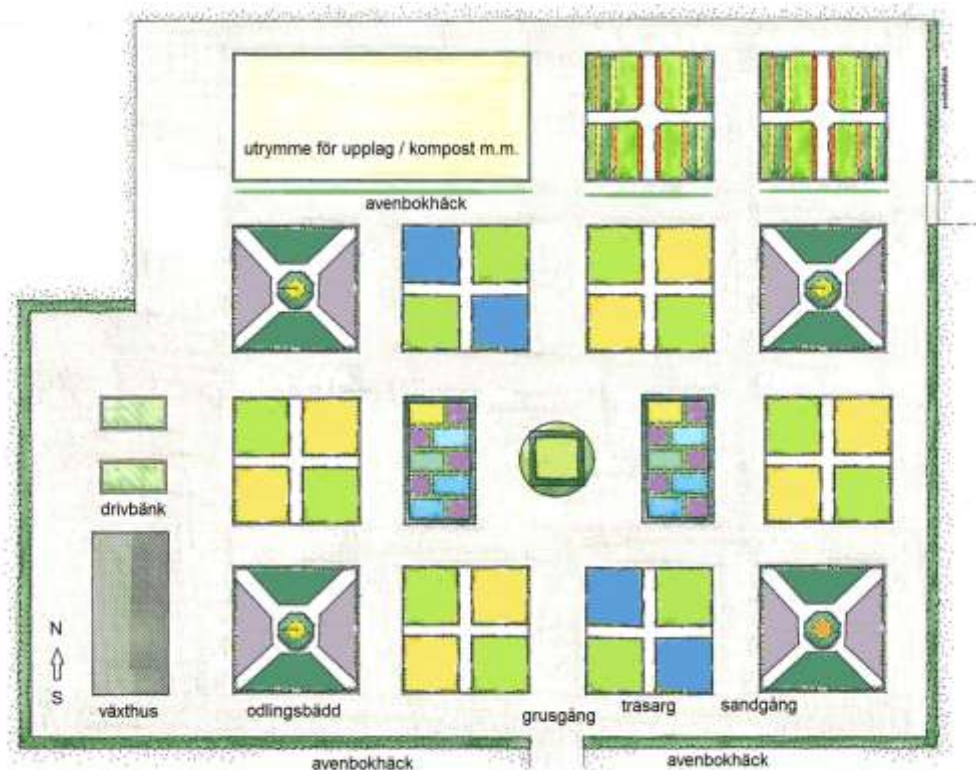
Introduktion

I städer är höstlöv ett avfall. Då odling i städer blir vanligare, skulle dessa löv kunna vara en organisk resurs. På Hovdala slott, utanför Hässleholm, täcks köksträdgården (figur 1) med löv under vinterhalvåret. Syftet är att gynna daggmaskar som bearbetar jorden. På Hovdala har man sett tydliga effekter av lövtäckningen, när det resterande löv tas bort på våren kryllar det av maskar och man har kunnat upphöra att vattna under odlingssäsong.

Vanligen bearbetas jorden i en köksträdgård för att skapa en markstruktur som gynnar köksväxterna. Kan det vara så att lövtäckning också gynnar markstrukturen och är ett alternativ till att jordbearbeta med handkraft?

Bakgrund

I det här avsnittet kommer först en bakgrundsbeskrivning av köksträdgården på Hovdala slott och följs av förklaringar av viktiga begrepp.



Figur 1. Kartan illustrerar köksträdgården på Hovdala slott med dess symmetriska uppdelning av kvadratiske odlingsbäddar (efter karta av Grundsten).

Köksträdgården

Jag ville göra fördjupande studier om uthålliga odlingssystem och dess påverkan på jorden. Genom min handledare Helena Karlén kom jag i kontakt med Georg Grundsten, trädgårdsmästare på Hovdala slott som ligger utanför Hässleholm i norra Skåne. Slottet har anor från 1500-talet och sköts idag av Hässleholms kommun tillsammans med Statens fastighetsverk (Kewenter och Turander 2008). På Hässleholms kommuns hemsida står det att: *Det är en medveten ambition att de årsringar som Hovdalas 500-åriga historia avsatt skall vara synliga för besökare nu och i framtiden* (Hässleholms kommun 2014-12-17 [www]). I köksträdgården på Hovdala syns det historiska arvet tydligt. Trädgården är symmetriskt uppdelad i kvadratiska odlingsbäddar (figur 1), som varit det rådande idealet för en köksträdgård från 1500-talet till in på 1900-talet (Israelsson, 2000).

Benämningen köksträdgård har valts på grund av begreppets historik. Ursprunget är en väl planerad odling av nyttoväxter i klosterträdgårdar på medeltiden och senare hos kungligheter och adel, medan till exempel *täppa* och *grönsaksland* associeras mer med allmogens odlingar (Israelsson, 1996). En köksträdgård består av ett- eller fleråriga växter (Israelsson, 1996). Köksträdgårdens ekosystem kan med vissa undantag liknas med åkerns, där läckage av organiskt material i form av skörd och skörderester samt öppen jord bidrar till att jorden utarmas på organiskt material (Ohlander, 1997). Skillnaden är att köksträdgården traditionellt har fler växtslag på mindre yta och att växterna som regel har grundare rotsystem än jordbruksgrödor. Vilket gör att bearbetning på större djup uteblir (Karlén 2014-12-15).

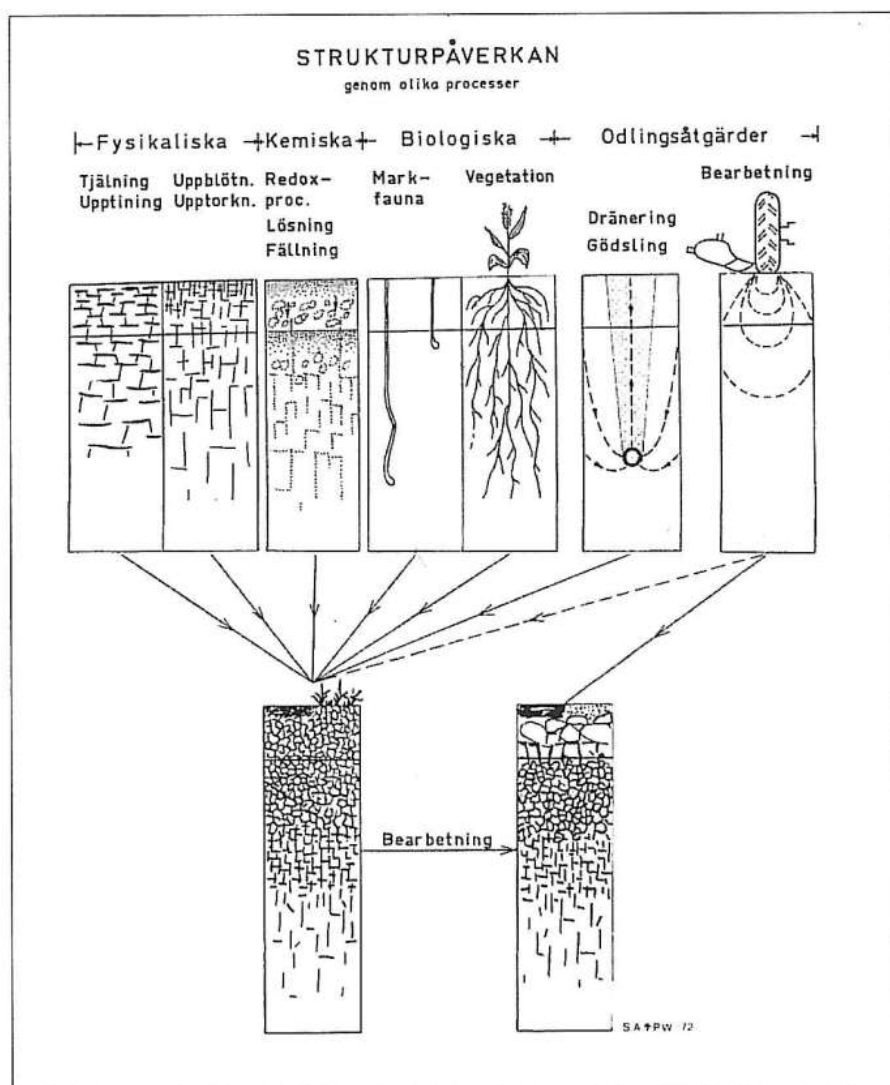
Lövtäckning

Begreppet lövtäckning används i uppsatsen för att beskriva odlingsmetoden på Hovdala slott vilket innebär att på hösten efter avslutad skörd täcks odlingsytan med ett 20-30 centimeter tjockt lövtäcke, för att sedan tas bort på våren, samt att jorden inte bearbetas. I litteraturen innebär *marktäcka/täckodla*/engelskans *mulching* att ett material (organiskt eller exempelvis plast) täcker en jordyta (Ögren, 1990).

Markstruktur

Markstruktur beskriver hur marken är fysikaliskt uppbyggd av markpartiklar, som kan vara allt från enskilda primärpartiklar till sammansatta aggregat samt humus och döda växtrester (Berglund & Gustafson Bjuréus, 2008; Eriksson, 2011). Vad som är en bra markstruktur beror på

sammanhang. I rapporten *Effekter av ny matjord och marktäckning på vattenomsättning och tillväxt hos korn på fem lerjordar* (Johansson, 2008) beskrivs att en odlingsjord med bra markstruktur ska kunna ge goda förutsättningar för ett frö att gro och även för etablering, tillväxt och utveckling av plantan. För att göra det, konstaterar Johansson, att jorden ska kunna hålla tillräckligt med växttillgängligt vatten eller förse växter med vatten genom kapillär stigning underifrån, genomsläppligheten måste vara god för vatten och luft samt ge förutsättningar för att rötter ska kunna växa bra. Speciellt i lerjordar är det viktigt med tillräcklig makrostruktur (stora porer och aggregat) och att arbeta för att bibehålla den, enligt Johansson. Hur en god markstruktur skapas är komplext (figur 2). Fysikaliska, kemiska, biologiska faktorer och odlingsåtgärder påverkar alla markstrukturen direkt eller indirekt (Andersson & Wiklert 1972).



Figur 2. Påverkan av markstrukturen är komplex. Här har faktorer som påverkar markstrukturen delats upp i fysikaliska, kemiska, biologiska och odlingsåtgärder (Andersson & Wiklert 1972).

Organiskt material och humus

Organiskt material är på flera sätt viktigt för en god markstruktur. Organiskt material utgör energikälla för daggmasken och riklig förekomst av daggmask gynnar markstrukturen (Craswell & Lefroy, 2001). Organiskt material (humus) bidrar även till stabila aggregat. Humus är en form av organiskt material som brutits ned av mikroorganismer, vilket gjort att dess ursprung inte kan avgöras (Eriksson, 2011). Ursprunget kan till exempel vara löv. Humus består av stabila föreningar vilket gör att halveringstiden för humuspartiklar kan vara 10 till 1000-tals år. Det finns olika typer av humus, i odlingsjord kallas den mull.

Markprofil

Om en grop grävs i en odlingsjord framträder en markprofil, överst matjord sedan eventuellt ett förtätat skikt och underst alv (Berglund & Gustafson Bjuréus, 2008). Matjorden är antagligen mörkare än alven därför att mullhalten är högre. Genom att jämföra färg på alv och matjord kan matjordens mullhalt (i förhållande till alven) grovt bedömas. Är matjorden mycket mörkare är antagligen mullhalten också betydligt högre i matjord än alv.

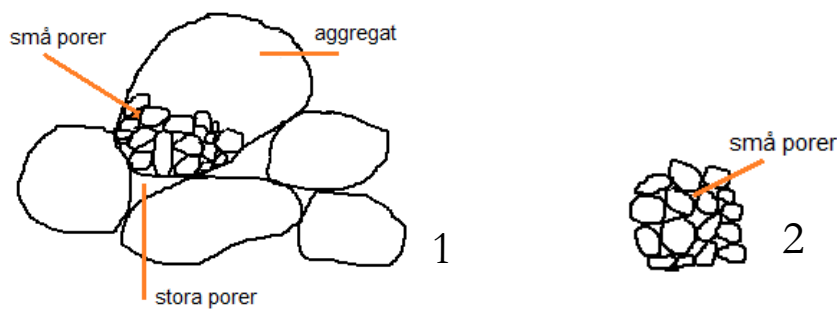
Daggmask

Markfaunan i allmänhet och daggmasken i synnerhet är viktig för god markstruktur. Att just daggmaskarna är så viktiga beror på att de utgör stor del av markfaunans biomassa och bidrar mycket till jordomsättningen (Buck *et al.*, 2000). Daggmasken bidrar till markstrukturen på flera sätt. Den äter både mineralpartiklar och organiskt material och blandar på så sätt in organiskt material i en mineraljord, den skapar matjord, samtidigt som daggmasken lämnar efter sig gångar, porer (Edwards *et al.*, 1998). Daggmaskens fekalier bildar små *granulära* aggregat (Bouché & Al-Addan, 1997). De har ofta högre mullhalt än aggregat som bildats fysikaliskt, till exempel genom frostsprängning (Giannopoulos *et al.*, 2010). Det finns teorier om att daggmaskens sekret bidrar till att stabilisera aggregat som är mindre än 2 millimeter (Zhang & Schrader, 1993). Det finns olika arter av daggmask som på grund av olika levnadsmönster inverkar på markstrukturen på olika sätt (Cortez & Bouché, 1998). I *Earthworm effects on selected physical and chemical properties of soil aggregates* konstateras att daggmaskar bidrar till att bryta ned aggregat samtidigt som de bidrar till att bilda nya, på tidigare nämnda sätt. Deras forskning visar att daggmaskars påverkan inte endast behöver vara positiv för markstrukturen (Zhang & Schrader, 1993). I *Earthworm ecology* konstateras också att daggmaskens alla effekter på markstrukturen inte klarlagts, men menar att

det råder enighet om att ett daggmåskbestånd i regel bidrar mer till en god markstruktur ju större beståndet är (Edwards *et al.*, 1998).

Aggregatstruktur

Om jordens andel av små primärpartiklar är tillräckligt stor blir bindningarna mellan partiklarna så starka att de hålls samman och bildar sekundära partiklar, aggregat (Johansson, 1992). Endast fina ler- eller humuspartiklar kan vara så små. Aggregatstruktur gynnar markstrukturen därför att den skapar mer porer i jorden (figur 3), stora porer mellan aggregaten och små porer inom aggregaten och påverkar därmed infiltration av vatten, vattenhållande förmåga samt mängden luftfyllda porer (Craswell & Lefroy, 2001).



Figur 3. Små porer bildas i aggregaten och stora mellan aggregat (1). I en enkelkornkord finns endast små porer (2).

Aggregatens utseende är en faktor som påverkas av och påverkar markstrukturen (Eriksson, 2011). Aggregaten kan vara allt från små rundade till skarpkantade eller mer massiv och kokig struktur. Vilken typ av aggregat som är gynnsamma beror på jordart (Berglund & Gustafson Bjuréus, 2008). På lerjordar är avrundade och porösa aggregat bra för strukturen medan skarpkantade och pelarlika aggregat inte är bra. En smulig karaktär på jorden, en jord som *rinner mellan fingrarna*, tyder på aktivt jordliv och att det antagligen finns många stora daggmåskar (Eriksson, 2005; Berglund & Gustafson Bjuréus, 2008).

En jord med främst primärpartiklar som har svaga förbindningar sinsemellan bildar enkelkornstruktur (figur 3). En ren sandjord bildar till exempel enkelkornstruktur, då bindningarna mellan sandkornen är för svaga för att bilda aggregat.

Porstorleksfördelning

Bra system av markporer är viktigt för växtrötter och andra marklevande organismer (Eriksson 2011). Markporerna är mellanrummen mellan fasta partiklar i marken (figur 3), i dem transporteras luft och vatten. Som tidigare nämnts bidrar aggregat till ett bra porsystem. Om små aggregatbildande partiklar utgör för stor andel, exempelvis en lerjord, kan marken däremot bli för kompakt och det blir ett dåligt porsystem. Studie har visat att porer med diameter över 0,5 millimeter står för 89 % av infiltrationen (H. S. Lin *et al.*, 1996). Därav är jordens porstorleksfördelningen viktig.

Jordart

Att använda begreppet jordart är ett sätt att dela upp jordar i olika kategorier, vilka starkt påverkar förutsättningarna för växter (Eriksson, 2011). Huvudgrupperna är *mineraljordar* och *organogena jordar*. Mineraljordar benämns efter den eller de kornstorlekar som utgör störst viktprocent. Lerjord domineras av lerpartiklar, partiklar mindre än 0,0002 millimeter. Lerjordar benämns dessutom efter halten ler, till exempel mellanlera har en lerhalt på 25-40 %. Ler- och mullhalt nämns i princip alltid i en noggrann jordartsbeskrivning på grund av dess stora betydelse, som beskrivits ovan.

pH

Jordens pH-värde mäts i marklösningen och är ett mått på vätejonaktiviteten, $-\log(\text{H}^+)$ (Eriksson, 2011). Det pH-område då flest köksväxter bäst kan tillgodose sig näringsämnen är 6,5-7,0 (Johansson, 1987). Måttligt surt till neutralt pH är också det område där markorganismerna, exempelvis dagmask, trivs (Eriksson, 2011). För att gynna ett stabilt och *bra* pH kan humus tillföras marken. Det verkar buffrande och är därmed pH-stabiliserande (Eriksson, 2011).

Syfte, mål, frågeställning och avgränsningar

Uppsatsens syfte var att samla kunskap om hur gynnsamma förhållanden skapas för köksväxter ur ett långsiktigt perspektiv.

Målet var att undersöka hur lövtäckning påverkar markstrukturen. Det undersöktes med fokus på att studera tidigare forskning och genom en enkel observationsstudie i köksträdgården på Hovdala slott.

Frågeställningen var: hur inverkar lövtäckning på mullhalt, daggmasksbestånd, aggregatstruktur och porstorleksfördelning i en köksträdgård?

För att begränsa uppsatsens omfång:

- var observationsstudien i köksträdgården en enkel pilotstudie, med endast två djupa provgropar för fältanalys i köksträdgård och två i referensyta. Men det togs även 15 ytliga jordprover i respektive område för laboratorieanalys.
- har bedömning och diskussion av markstrukturen främst avgränsats till mullhalt, aggregatstruktur och porstorlek samt daggmasksbestånd (som är en indirekt indikator för markstrukturen)
- har uppsatsen med undantag för pH och daggmaskskar utelämnat biologiska och kemiska egenskaper hos jorden och fokuserat på fysikaliska egenskaper.
Daggmasksbeståndet tjänar som indikator på jordens fysikaliska tillstånd och pH som en viktig faktor för både daggmack och växter
- har olika lövsorters inverkan utelämnats
- har jordarten mellanlera behandlats i första hand eftersom den finns på Hovdala.

Material och Metod

Litteraturstudie

För informationsinhämtning användes vid arbetets början orden *lövmulching*, *markstruktur* och *daggmaskar* på svenska och engelska. Under arbetets gång upptäcktes att ordet *leaf litter* eller *litter* var bra sökord. Referenslistor i relevanta artiklar har utnyttjats för att komma vidare i informationssökningen.

Samtal med trädgårdsmästare Georg Grundsten

Samtal fördes med Georg Grundsten via mejl, telefon och under besök på Hovdala slott. Samtalens syfte var att klarlägga odlingsmetod, odlingshistorik och hans observationer när det gäller effekten av odlingsmetoden.

Observationsstudie på Hovdala slott

Informationsinhämtning till observationsstudien skedde primärt genom sökning bland forskningsartiklar i Primo.

De metoder som valdes är enkla att använda i fält, så att även odlare kan använda dem.

Testmetoderna var:

- *Markstrukturtest i fält* från häftet *Markstruktur i fält – beskrivning och instruktioner* (Berglund & Gustafson Bjuréus, 2008). Med hjälp av flera deltest ger *Markstrukturtest i fält* en samlad bild av markstrukturen. Testet innebär observation av jordlagars djup, utrullningsprov, observation av matjordens färg, växtresters nedbrytningsgrad, förtätade skikt, jordmotstånd med spade, räkning av daggmaskar och stora porer, strukturbeskrivning, brottytor på aggregat, rotutbredning samt infiltrationshastighet. Växternas nedbrytningsgrad och rotutbredning observerades inte i denna studie eftersom de flesta var borttagna. Inte heller förtätade skikt (plogsula) kunde identifieras.
- Jordprovtagning. Dels för egen analys av pH på SLU, Alnarp och dels för pH- och jordartsbestämning hos Lennart Månsson International (LMI) i Helsingborg.

För att kunna avgöra vad som var lövtäckningens effekter utfördes testerna både i köksträdgården och på referensplatser som inte lövtäckts. Referensplatserna var obrukade och låg som närmast 2 meter från köksträdgården (bilaga 1). Val av observationsplatser bygger på






antagandet att platsen för köksträdgården innan uppodling hade samma typ av jord som på referensplatsen.

Markstrukturtest i fält

Markstrukturtest i fält är en enkel metod (kräver få redskap) som riktar sig till lantbrukare och andra med en odlingsjord. Metoden ger snabbt svar på strukturtillståndet i jorden. Genom att göra testet regelbundet kan odlingsåtgärder utvärderas utifrån hur markstrukturen förändrats över tid.




Innan utförandet av markstrukturtestet gav Eva-Lou Gustafsson, lärare i markvetenskap vid SLU Alnarp, en praktisk genomgång av hur testet utförs (Gustafsson, 2014-10-21). På Hovdala utfördes sedan testet 5 december på två platser i köksträdgården och två platser på referensytan (bilaga 1). Samma person gjorde testen, vilket är viktigt då det finns stort utrymme för subjektivitet i testen. På respektive testområde grävdes två provgropar, köksträdgården provgrop A och B respektive C och D i referensområdet. Provgropen var minst 50 centimeter bred och minst 40 centimeter djup. Test och observationer skedde sedan i alla provgropar.

Matjordens djup och alvens början mättes från markytan. Utrullningsprov utfördes.

Utrullningsprov innebär att en jordkorv rullas i handen. Den diameter som korven har när den går av indikerar på jordarten (Berglund & Gustafson Bjuréus, 2008). Resterande test enligt *Markstrukturtest i fält* som beskrivs nedan har olika svarsalternativ som resultaten kategoriseras efter. Svarsalternativen har antingen etiketten glad smile , neutral  eller ledsen smile . En jord som har många glada smiles  indikerar en bättre markstruktur än en jord med många ledsna smiles . Från och med test 2 nedan gjordes separat test i matjord och alv.


Mullhaltstest

Test 1. Matjordens mullhalt uppskattades genom att jämföra matjordens färg med alvens.

Svarsalternativ för resultat:  Mycket mörkare än alven.  Något mörkare än alven.  Samma färg som alven

Jordmotståndstest

Test 2. Räkning av antal spadtramp som krävdes för att få ned en V-formad spade helt i marken.

Samma spade användes i alla testgropar. Svarsalternativ för resultat var:  2 eller färre  3 eller 4  5 eller fler

Uppskattning av daggmåskförekomst

Test 3. Daggmåskförekomsten uppskattades genom att på respektive provplats ta spadtag och räkna antalet maskar i det (figur 4). Svartalternativ för resultat: 😊 6 eller fler. 😐 3-5 😞 0-2

Test 4. Daggmåskförekomsten uppskattades också genom att räkna antalet stora porer (större än 2 millimeter (mm)), i en jordklump. Svartalternativ för resultat: 😊 6 eller fler. 😐 3-5. 😞 0-2.



Figur 4. Alla daggmåskar räknades, utan att sortbestämmas.

Strukturtest

Test 5. Aggregaten observerades enligt svartalternativen: 😊 Avrundade aggregat som faller sönder i mindre, porösa ”rinner mellan fingrarna”. 😐 Skarpkantade aggregat som kan falla sönder i mindre, kompakta aggregat. 😞 Massiv/kokig/skivig struktur eller enkelkornsstruktur.

Test 6. En stor jordklump delades på mitten och brottytor observerades (figur 5). Resultatens svartalternativ var: 😊 Skrovliga. 😐 Lite ojämna. 😞 Släta.



Figur 5. Stor jordklump som brutits på mitten.
Antalet stora porer över 2 mm räknades och brottytor studerades.

Infiltrationstest

Test 7. Infiltrationstest ger ett värde på hur snabbt en mark kan leda bort vatten, vilket är en effekt av ett mer eller mindre fungerande porsystem. I denna studie användes en stump av ett ventilationsrör (diameter 18 centimeter (cm)) och en tumstock. Ventilationsröret trycktes ned 2 cm i jorden och tumstocken sattes fast i kanten med ett gem (fig. 6). 1 liter (l) vatten hälldes i röret och den höjd vattnet nådde på tumstocken noterades. Så även tiden för vattnet att rinna undan. Värdena räknades om till millimeter infiltrerat vatten per 30 minuter (min), för att få jämförbara värden. Svartalternativen för resultat: sänkning av vattennivån i mm under 30 min: 😊 7 eller fler. 😊 3-6. 😞 0-2.



Figur 6. Infiltrationstest.

Jordart-, mullhalt- och pH-bestämning

Jordprover togs 15 cm ned i jorden från 15 platser i köksträdgården respektive 15 platser i referensytan. Två generalprov skapades från 15 stickprov. För att göra generalprovet togs först en halv spade jord från de 15 stickproven från jorden i köksträdgården. Jorden blandades i 5 minuter, med spade i skottkärra (fig. 7). Från jordblandningen lades ett spadtag i papperspåse för analys. Samma procedur upprepades för stickprov från referensytan. Generalprov från köksträdgården och referensområdets skickades till analys hos Lennart Månsson International (LMI) i Helsingborg. På LMI bestämdes mullhalt, jordart, lerhalt och pH.



Figur 7. Färgskillnad mellan jorden i generalprov från referensområdet respektive köksträdgården.



Figur 8. Bild 1 visar skakning för att sikta jorden. Bild 2 visar hur jorden delades upp, partiklar mindre än 2 mm hamnade underst och större än 2 mm hamnade en våning upp i nätsilen.

För att själv bestämma pH användes metod från finska Utbildningsstyrelsens hemsida. Metoden modifierades med hjälp av Håkan Asp och Helena Karlén, Biosystem och teknologi vid Alnarp (Utbildningsstyrelsen (2010) [www]). De 32 jordproverna hällades i aluminumformar för att lufttorka. När jordproverna lufttorkat cirka 24 timmar (h) siktades respektive jordprov med ett nät på 2 mm (figur 8). 25 milliliter (ml) av siktade jordprover uppmättes i provrör. Jordprover hällades i plastburkar. I en första omgång späddes vardera provet från referensytan med 125 ml destillerat vatten. Burkarna förslöts väl med skruvlock, sattes symmetriskt i skakmaskinen. Burkarna skakades i 1 h. Sedan mättes pH genom att kalibrera pH-metern, handskaka provburken två gånger, hälla vätska i pH-meters lock och mäta pH. Därefter utfördes samma procedur för jordprover från köksträdgården.

Resultat

Litteraturstudiens resultat

Marktäckning

I litteraturstudien *Marktäckning i ekologisk köksväxtodling* sammanfattas konsekvenserna av marktäckning med att den kan påverka jordtemperatur, lufttemperatur, markfukt, växtnäring, markmikroliv, ogräs och jordstruktur (Ögren, 1990). I studien poängteras att vad effekterna blir beror på vilken typ av täckmaterial som används.

Precis som täckodling i allmänhet inverkar täckning med växtdelar på sin omgivning. I *Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure* konstateras att täckning med *växtströ* (egen översättning) kan ha primära och sekundära fysikaliska effekter (Facelli och Pickett, 1991). De förklarar att de fysikaliska effekterna i sin tur påverkar marklivet vilket påverkar kemiska egenskaper i omgivningen. Begreppet *växtströ* definieras som små bitar av dött växtmaterial som ligger löst på marken, vilket inbegriper höstlöv. Vidare beskrivs att täckning med växtmaterial hindrar ljusinstrålning, skuggar frön och groddplantor, hindrar ogräs att komma in och minskar temperatursvängningar i jorden. Lägre maximal temperatur leder i sin tur till mindre vattenavdunstning från jorden. Vattenavdunstningen sänks också av att växttäcket skiljer jorden från luften. Täcknet kan å andra sidan minska möjligheten för regn att tränga ned i jorden.

Jordbearbetning

I artikeln *Response of soil physical properties to tillage and residue management on two soils in a cool temperate environment* (Singh & Malhi, 2006) redovisas effekter på jordens fysikaliska egenskaper av grund bearbetning (rotharv till 10 centimeters djup) jämfört med direktsådd. I båda grupperna testades metoden i kombination med kvarlämnade skörderester respektive borttagna skörderester. Infiltrationshastigheten var högst i bearbetad jord med skörderester och lägst i obearbetad jord utan skörderester. Även i studien *Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods* (Lipiec *et al.*, 2006) var infiltrationshastigheten högre i bearbetad jord än i direktsådd.

Påverkan på daggmasc

Studier av daggmascars levnadsmönster i laboratorieexperiment har visat att daggmascens föda dvs. det organiska materialets position i marken påverkar daggmascarnas beteende och förökning

(Lowe & Butt, 2002). Daggmaskarna som studerades tillhörde arterna *Aporrectodea longa* och *Lumbricus terrestris*. I studien fick arterna signifikant större biomassa när organiskt material (stallgödsel) placerades på ytan av jorden jämfört med när det placerades som band på olika djup i jorden. Studien visade också att tillgången på organiskt material är kritisk för daggmaskbeståndet.

Hur och om jorden bearbetas inverkar inte bara på daggmaskbeståndet utan också på daggmaskarternas inbördes förhållande (Lagerlöf *et al.*, 2012). I de försök som Lagerlöf med flera har utfört på flera platser i Sverige observerades att *Lumbricus terrestris* och *Aporrectodea longa* är de arter som påverkas mest negativt av plöjning. Dessa daggmaskarter räknas till gruppen anecic, som skapar vertikala gångar i jorden (Edwards *et al.*, 1998). Anecica daggmaskar drar ner löv från ytan och äter dem i sina gångar.

Aggregatstruktur

I lerjordar är det extra viktigt med en aggregatstruktur för att få makroporer och att strukturen helst inte utsätts för nedbrytning (Johansson, 2008). Lerjordar, framförallt de som innehåller mycket mjäla kan annars lätt slamma igen och bilda skorpa, vilket inte är bra för växterna (Gustafsson, 1987).

Platsbeskrivning, odlingshistorik och observationer

I det här avsnittet redogörs för uppgifter från Georg Grundsten, trädgårdsmästare på Hovdala slott, om platsens historik, hur de odlar i köksträdgården och eventuella konsekvenser av lövtäckningen som observerats. Ibland är andra källor angivna för att styrka påståenden eller ge ytterligare information, men när ingen annan källa anges är uppgifterna från Georg Grundsten.

Området kring Hovdala slott har tidigare varit vattensjukt och tidvis varit drabbat av översvämningar. I en bok om Hovdala slott (Kewenter och Turander, 2008) konstateras att vattenståndet var en viktig anledning till Hovdala slotts placering en gång i tiden. Det gjorde slottet mer svåråtkomlig för fiender. Vidare berättas att man under senare århundraden prioriterat odlingsbar mark. Därför har Finjasjön blivit utdikad i omgångar och totalt har sjön sänkts 3,1 meter. Den sista utdikningen skedde andra hälften av 1800-talet, då vattennivån i Finjasjön sänktes med 2 meter. Platsen för köksträdgården är en sådan plats som tidigare var vattensjuk och nu är torrlagd. Innan köksträdgården anlades har inget odlats på platsen sedan torrläggningen.

Köksträdgården anlades år 2003 med 12 odlingsbäddar, avgränsade av träramar. 10-15 cm tjockt lager av *Emmaljunga rabattjord* lades på odlingsbäddarna, 2012, 2013 och 2014, ovanpå den ursprungliga jorden. Enligt mailkonversation med Stig Månsson på Emmaljunga torv AB innehåller *Emmaljunga rabattjord* 70 % svarttorv och 30 % grönkompost från Sysav i Malmö (Månsson 2014-11-26). Dessutom har kalk och näring tillsatts så att jorden har ett pH på cirka 6,0.

Det centrala i odlingssystemet på Hovdala, sedan tre år tillbaka, är lövtäckning och att inte bearbeta jorden (figur 9). Efter skörden tas de annuella växterna bort medan vissa perenna växtslag står kvar. Löv (främst boklöv) hämtas från Hovdalaområdet, hackas med gräsklippare och läggs på bäddarna i ett 20-30 cm tjockt lager. När det på våren är dags att så eller plantera tas löven bort och komposterar. Metoden innebär alltså direktsådd eller plantering utan någon jordbearbetning på våren eller hösten. Under odlingssäsongen är jorden runt växterna bar. Den gödsel som tillförs är toppgödsling av *Emmaljunga rabattjord*, enligt ovan. Till hösten börjar cykeln om och odlingsbäddarna täcks åter av löv.



Figur 9. Köksträdgården på Hovdala slott i december 2014. Lövtäcket brukar vara 20-30 cm, men här är det tunnare.

Georg Grundsten berättade att när de tar bort resterande lövtäcke *kryllar det av maskar*. Under de odlingssäsonger som gått har de kunnat sluta vattna och växterna har frodats. Han menar att den struktur som daggmaskarna skapar gör att vatten kan stiga upp i porsystemet från djupare skikt och förse växterna med det vatten de behöver.

Observationsstudien på Hovdala slott

I detta avsnitt kommer först testresultat av jordlager och utrullningsprov, mullhalt, spadtramp, maskförekomst, struktur samt infiltration enligt *Markstrukturstest i fält* (Berglund & Gustafson Bjuréus, 2008). Det följs av resultat av jordart och mullhalt och pH-värden. Slutligen kommer en sammanfattning av observationsstudiens resultat.

Jordlager och utrullningsprov

Båda groparna i köksträdgården, A och B, hade ett 15 cm djupt matjordslager (figur 10). Efter matjordslagret börjar alven direkt utan något förtätat skikt emellan. Utrullningsprov gick inte att göra i matjordslagret men fungerade för alven. I grop A var korven 0,6 cm tjock, vilket tyder på jordart från finmo till mjäla, medan i grop B var korven 1 cm tjock vilket skulle betyda att jorden hade grövre partiklar än finmo (Berglund & Gustafson Bjuréus, 2008). I de två groparna i referensområdet fanns inget matjordslager utan bara alv. Inget utrullningsprov gick att göra.

Provgroparna C och D i referensområdet hade inget matjordslager, (figur 10). Dock var det en färgskillnad mellan det översta 5 centimeter jord och jorden under. Då detta lager var så tunt och (i provgrop C) ljusare än alven, bedömdes lagret inte som *matjord*. Utrullningsprov gick inte att göra av jorden i någon av groparna.

Mullhalt

Test 1. Matjorden i köksträdgårdens båda provgropar bedömdes som *mycket mörkare än alven* (figur 10, tabell II). I referensgroparna hade översta jorden *samma färg som alven* (figur 10, tabell II)



Figur 10. Bild 1 visar provgrop C på referensområdet utan matjord och bild 2 visar markprofilen i provgrop D med mörkare matjord än alv.

Spadtramp

Test 2. Antalet spadtramp varierade mellan groparna. I provgroparna i köksträdgården krävdes 1 spadtramp för att få ner spaden helt, både för matjord- och alvlagret (tabell II). Däremot krävdes mer än 10 spadtramp för att få ned spaden helt i alven på referensplatserna (tabell II).

Maskförekomst

Test 3. Maskantalet var samma för alla jordlager och alla gropar, 2 stycken eller färre (figur 14; tabell II).

Test 4. Antalet stora porer (större än 2 millimeter) var fler än 10 stycken i både matjorden i grop A och B samt i alven i grop A, medan alven i grop B, C och D hade 2 eller färre maskgångar (figur 14; tabell II).



Figur 11. Foto 1 visar en jordklump med en riktigt fet mask och foto 2 visar poren som masken lämnade efter sig.

Struktur

Test 5. Vid den allmänna strukturbeskrivningen bedömdes jorden i både grop A och grop B tillhöra den första kategorin, *avrundade aggregat som faller sönder i mindre porösa / "rinner mellan fingrarna"* (tabell II). Jorden i grop C och D bedömdes ha enkelkornstruktur och placerades i kategorin - *massiv/ kokig/ skivig struktur eller enkelkornstruktur* (tabell II).

Test 6. Aggregatens brottytor var i köksträdgården *skrovliga*, förutom i alven i grop A som bedömdes ha *lite ojämna kanter* (tabell II). I referensområdet hade aggregaten *släta* kanter (tabell II).

Infiltrationshastighet

Test 7. 1 l vatten sjönk in på 36 sekunder (sek) i matjordslagret i grop A, respektive 56 sek i matjordslagret i grop B. Det gav en infiltrationshastighet på 1764 mm per 30 min respektive 1125 mm per 30 min. Alven i provgrop A, B, C och D hade infiltrationshastigheten 58, 32, 30 respektive 35 mm per 30 min. Alla infiltrationshastigheter hamnade i kategorin *glad smilie* då de översteg 6 mm per 30 min (tabell I).

Tabell I. Markens infiltrationshastighet i provgroparna.

<i>Plats</i>	<i>Infiltrationshastighet (mm/30 min)</i>
Matjord köksträdgården provgrop A	1764
Matjord köksträdgården provgrop B	1125
Alv köksträdgården provgrop A	58
Alv köksträdgården provgrop B	32
Alv referensyta provgrop C	30
Alv referensyta provgrop D	35

Tabell II Resultat av Markstruktur i fält samlat i tabellform (efter Berglund & Gustafsson Bjuréus, 2008).

		Matjordens mullhalt	Jord- motstånd	Maskförekomst		Struktur	Infiltration	
Test nr	→	1	2	3	4	5	6	7
Område	Grop	Matjordens färg	Spadtramp	Maskar	Stora porer	Struktur- beskrivning	Jordklumps brottytor	Infiltration
Köksträdgård matjord	A	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊
	B	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊
Köksträdgård alv	A	x	😊	😞	😞	😊	😞	😊
	B	x	😊	😞	😊	😊	😊	😊
Referens- område	C	😞	😞	😞	😞	😞	😞	😊
	D	😞	😞	😞	😞	😞	😞	😊

1. Matjordens mullhalt. Matjordens färg är: 😞 Mycket mörkare än alven. 😞 Något mörkare än alven. 😞 Samma färg som alven
2. Jordmotstånd. Antal spadtramp: 😞 2 eller färre. 😞 3 eller 4. 😞 5 eller fler
3. Maskförekomst. Antal maskar per spadtag: 😞 6 eller fler. 😞 3-5. 😞 0-2.
4. Maskförekomst. Maskgångar/stora porer i stor jordklump: 😞 6 eller fler. 😞 3-5. 😞 0-2.
5. Struktur. Allmän strukturbeskrivning: 😞 Avrundade aggregat som faller sönder i mindre, porösa "rinner mellan fingrarna". 😞 Skarpkantade aggregat som kan falla sönder i mindre, kompakta aggregat. 😞 Massiv/kokig/skivig struktur eller enkelkornsstruktur.
6. Struktur. Jordklumps brottytor: 😞 Skrovliga. 😞 Lite ojämna. 😞 Släta.
7. Infiltration. Markens infiltrationshastighet, millimeter sjunkning på 30 minuter: 😞 7 eller fler. 😞 3-6. 😞 0-2.

Jordart, mullhalt och pH

Enligt analys från LMI var jordarten mellanlera i köksträdgården respektive referensområdet.

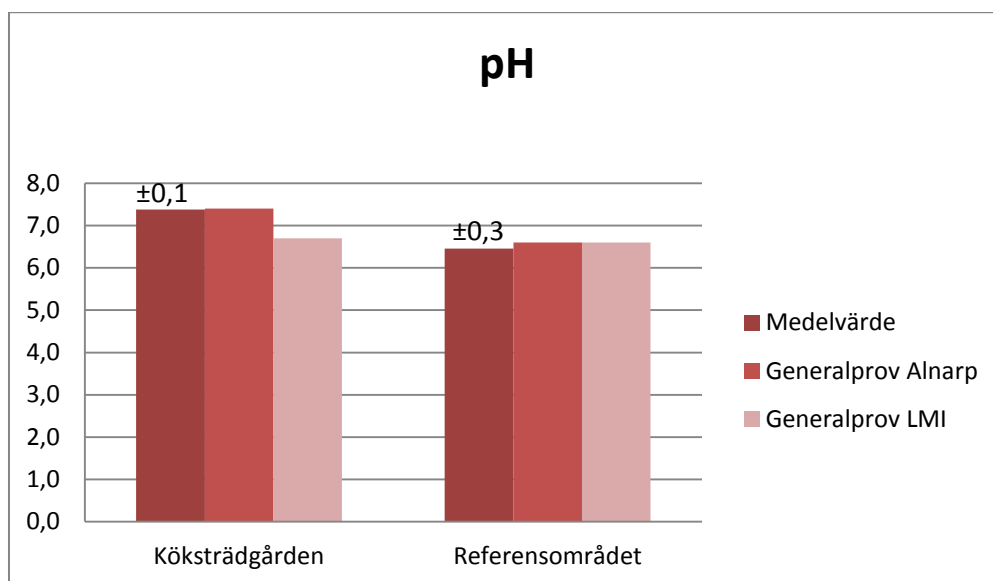
Mullhalten var 15,0 % i köksträdgårdens matjordslager och 4,3% i referensområdets jord.

Tre olika pH erhöles för jord 15 cm från ytan i köksträdgården respektive referensområdet (figur 12). Ett värde var ett medelvärde av 15 jordprovers pH (mätt på Alnarp) och de två andra var generalprov (mätt på Alnarp respektive Helsingborg, LMI). Köksträdgårdens medelvärde och generalprov analyserat på Alnarp hade båda 7,4 medan analys från LMI hade 6,7.

Referensområdets pH varierade mindre, 6,5 i medelvärde (analyserat på Alnarp) och 6,6 för båda analyser av generalprov (analys på Alnarp respektive LMI).

Tabell III. Jordartsanalys från övre skikt, 15 cm djupt, i köksträdgårdens och från referensområdet.

Jordartsanalys			
Plats	Jordart	Lerhalt (%)	Mullhalt (%)
Köksträdgården	Mellanlera	25-40	15,0
Referensområdet	Mellanlera	25-40	4,3



Figur 12. pH-värden för yttlig jord i köksträdgården respektive referensområdet.

Sammanfattning av observationsstudiens resultat

I test enligt *Markstrukturtest i fält* fick jorden i köksträdgården totalt fler glada smilies än referensområdet. Daggmaskantalet var samma i köksträdgården och referensområdet men skillnader i antalet daggmaskgångar kan indikera ett större daggmaskbestånd i köksträdgården. Mullhalten var betydligt högre i köksträdgården än på referensplatserna, vilket också observationer av jorden indikerade. Köksträdgården hade en mer utpräglad aggregatstruktur med skrovliga brottytor på aggregaten medan brottytorna var släta i referensområdet. Porstorleksfördelningen var mer gynnsam i köksträdgårdens övre skikt vilket syns på infiltrationshastigheten och i antalet stora porer (daggmaskgångar). Analyser visade neutralt pH i köksträdgården och något lägre pH i referensområdet samt att jordarten var mellanlera i båda områden.

Diskussion

Uppsatsens syfte var att skapa fördjupade kunskaper om hur gynnsamma förhållanden skapas för köksväxter ur ett långsiktigt perspektiv. I detta avsnitt kommer först en diskussion om observationsstudiens upplägg och sedan om hur resultatet kan svara på frågeställningen.

Metod

Förhoppningen med observationsstudien var att se indikationer på hur lövtäckning påverkar mullhalt, daggmasksbestånd, aggregatstruktur och porstorleksfördelning och kunna dra slutsatser om hur ett vetenskapligt försök skulle kunna genomföras för att få mer tillförlitliga data.

Observationsstudien var vetenskaplig i den meningen att testen utfördes *noggrant* men materialet är för litet för att göra statistiska beräkningar på resultaten. Studien hade varit mer tillförlitlig om den gjorts över flera säsonger med köksträdgårdar på olika platser med samma behandling (replikat). Då hade platsspecifika faktorer kunnat uteslutas. För att jämföra lövtäckningsbehandlingen hade en annan odlingsmetod kunnat utföras med flera replikat på intilliggande plats av köksträdgårdarna men detta kunde inte ske inom ramen för denna uppsats.

En reflektion över upplägget kan vara att ifrågasätta val av referensplats då närhet till trädgårdsgången kan ha gjort jorden tillpackad (bilaga 1). Kanske hade en gräsvuxen plats varit bättre?

Metodval för beräkning av daggmasksbeståndet gjordes efter övervägande. Förutom handgrävning kan kemiskt maskmedel användas (Valckx *et al.*, 2011). Maskmedel kan vara formalin, kalium eller senapspulver. Av dessa tre alternativ är senapspulver att föredra då det inte skadar maskarna utan bara gör att de tar sig upp till ytan. Fördelen med maskmedel är att inte existerande markstruktur inte förstörs som den gör vid handgrävning. Av praktiska skäl valdes grävning i denna studie.

Det har ibland varit svårt att få tag på förstahandsinformation. Detta på grund av att mycket litteratur om markstruktur är gammal och inte funnits tillgänglig. Därför har en del sammanfattande artiklar och böcker använts som källor.

Resultat

LMI:s analys visade att mullhalten var betydligt högre i köksträdgården än på referensplatsen, vilket också verkar bekräftas av färgskillnaden. Mullhalten var 15,0 % i köksträdgårdens matjord

och 4,3 % i jorden i referensområdet. Utifrån antagandet att referensplatsen representerar statusen för köksträdgårdens jord innan uppodling, så har mullhalten ökat med 10,7 %. Hur har lövtäckningen påverkat ökningen av mullhalt? Då en del av lövtäcket förmultnat under vintrarna kan man anta att det bidragit till mullhaltsökningen. Toppgödslingen med *Emmaljunga rabattjord* har givetvis medfört betydande del av mullhaltsökningen.

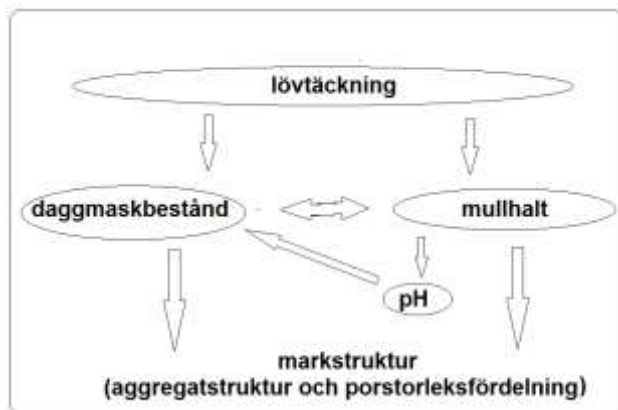
Vid dagmaskräkningen observerades 2 eller färre maskar i alla testgroparna. En orsak till detta kan vara att dagmaskar lever i kluster och inte är jämnt utspridda (Hernández *et al.*, 2007). De kan också ha gått djupare ner i jorden för att undvika frost, då observationer skedde 5 december (Pitkänen *et al.*, 1997). Det högre antalet stora porer i köksträdgårdens matjord och delvis i dess alv jämfört med antalet i referensområdets jord tyder på ett betydligt större maskbestånd i köksträdgården (Berglund & Gustafson Bjuréus, 2008). Den slutsatsen dras också utifrån att mullhalten var 10,7% högre i köksträdgården än referensområdet, då det finns ett samband mellan antalet dagmaskar och förekomst av organiskt material (Lowe & Butt, 2002).

Markstrukturtestet visade en bättre struktur (test 5 och 6) i köksträdgården än i referensområdet. Matjorden i köksträdgården hade betydligt bättre infiltrationsförmåga jämfört med både alven i köksträdgården och jorden i referensområdet, något som visar att också porstorleksfördelningen är fördelaktig i köksträdgården (H. S. Lin *et al.*, 1996). Tyvärr har ingen specifik forskning hittats om hur lövtäckning inverkar direkt på jordens aggregatstruktur och porstorleksfördelning, men däremot beskrivs i litteraturen hur täckning med organiskt material påverkar dagmaskbeståndet positivt och förekomsten av dagmask är förknippat med bättre aggregatstruktur och porstorleksfördelning. Figur 13 visar hur jag tänker att dessa faktorer hör ihop.

LMI:s pH-mätningar visade att matjorden i köksträdgården och jorden i referensplatsen hade ungefär samma pH (6,7 respektive 6,6) medan egna mätningarna gav pH 7,4 i köksträdgården och 6,5/6,6 i referensområdet. Oavsett verkar värdena bra då 6,5-7,0 är att föredra för de flesta köksväxter (Johansson, 1987).

Vad som är effekter av lövtäckning i Hovdalas köksträdgård är svårt att veta. Jag trodde från början att skillnaden mellan referensområdet och köksväxtodlingen var lövtäcket, odling av köksväxter och gödsling. Senare visade det sig att köpt trädgårdsjord hade lagts på jorden, de senaste tre åren. Köksträdgården hade dessutom anlagts redan 2003, hur jorden bearbetats och

gödslats fram till för tre år sedan är okänt. Det gör det hela mer komplext och resultaten mer svårvärderade.



Figur 13 Min tankekarta över hur odlingssystemet på Hovdala påverkar faktorer i jorden.

Jordarten blev olika i utrullningsprov och jordartsanalys från LMI. Det beror troligtvis på att det kräver viss erfarenhet och teknik för att göra utrullningsprovet. Detta var antagligen också anledningen till att det inte gick att göra utrullningsprov alls i alven.

Då jordarten visade sig vara mellanlera i köksträdgården på Hovdala är det extra viktigt att verka för en god markstruktur med bra aggregatbildning, så att jorden inte slammar igen (Johansson, 2008). Om jorden på platsen för köksträdgården innan uppodling liknade den som fanns på referensplatsen var det nödvändigt att förbättra jorden för att kunna odla köksväxter. Frågan är om man måste köpa jord för att uppnå detta eller om det skulle kunna räcka med lövtäckning för att på sikt uppnå samma resultat? Man kan också fråga sig om det är nödvändigt att ta bort lövtäckningen på våren?

Metoden med lövtäckning på Hovdala innebär att jorden inte bearbetas. Ovan refererade studier (Singh & Malhi, 2006; Lipiec *et al.*, 2006) har visat att bearbetad odlingsjord gav bättre markstruktur vad gäller infiltrationshastighet än obearbetad jord. Samtidigt sågs att kvarlämnade skörderester gav högre infiltrationshastighet än om dessa togs bort (Singh & Malhi, 2006). Slutsatsen dras att organiskt material gynnar infiltrationshastigheten och därmed markstrukturen. Denna slutsats är i linje med resultaten från studien på Hovdala slott, där jorden som tillförts organiskt material i form av lövtäckning hade högre infiltrationshastighet än referensplatserna. I min studie diskuteras lövtäckning som ett alternativ till jordbearbetning men kanske behöver metoderna inte utesluta varandra. Samtidigt är det arbetsbesparande att inte bearbeta jorden.

Framtida studier

Försök skulle kunna göras med lövtäckning, replikat och över flera säsonger. Eventuellt skulle maskräkning kunna utföras med senapspulver istället för att gräva. Eftersom Georg Grundsten har sett att det kryllar av mask på våren skulle man kunna räkna daggmaskar den årstiden istället för under vintern när daggmaskarna kan vara i djupa jordlager. Att väga lövtäcket på hösten och väga det som är kvar på våren skulle kunna ge ett mått på nedbrytningshastigheten. Ett uppslag kan vara att jämföra daggmaskbestånd vid nedmyllning av löv jämfört med att lägga dem ovanpå jorden (Lowe & Butt, 2002).

Slutsats

Slutsatsen av observationsstudien är att i köksträdgården är mullhalt och troligtvis daggmaskbestånd högre och aggregatstruktur och porstorleksfördelning bättre än på referensplatsen. Hur mycket lövtäckningen bidragit till resultaten är svårt att bedöma på grund av observationsstudiens upplägg, men litteraturstudien stödjer positiva effekter på markstrukturen av lövtäckning. Speciellt när det gäller ytkompostering av organiskt material bekräftas det att det är positivt för mängden daggmaskar.

Referenslista

- Andersson S. & Wiklert P. (1972) publicerad i Berglund, K., Berglund, Ö & Gustafson Bjuréus, A. 2002. *Markstrukturindex – ett sätt att bedöma jordarnas fysikaliska status och odlingsystemets inverkan på markstrukturen*. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Berglund, K. & Gustafson Bjuréus, A. (2008). *Markstrukturtest i fält*. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Bouché, M. B. & Al-Addan, F. (1997). Earthworms, water infiltration and soil stability: Some new assessments. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(3-4), ss. 441–452.
- Buck, C., Langmaack, M. & Schrader, S. (2000). Influence of mulch and soil compaction on earthworm cast properties. *Applied Soil Ecology*, 14(3), ss. 223–229.
- Cortez, J. & Bouché, M. B. (1998). Field decomposition of leaf litters: earthworm–microorganism interactions —the ploughing-in effect. *Soil Biology and Biochemistry*, 30(6), ss. 795–804.
- Craswell, E. T. & Lefroy, R. D. B. (2001). The role and function of organic matter in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61(1-2), pp 7-18.
- Edwards, C. A, Soil and Water Conservation Society (U. S.) & International Symposium on earthworm Ecology (1994 : Columbus, O. (1998). *Earthworm ecology*. Boca Raton, Fla: StLucie Press.
- Eriksson, J. (2011). *Marklära*. Lund: Studentlitteratur.
- Facelli, J. M. & Pickett, S. T. A. (1991). Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. *Botanical Review*, 57(1), ss. 1–32.
- Giannopoulos, G., Pulleman, M. M. & Van Groenigen, J. W. (2010). Interactions between residue placement and earthworm ecological strategy affect aggregate turnover and N₂O dynamics in agricultural soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 42(4), ss. 618–625.
- Gustafsson, Eva-Lou lärare vid SLU, fältföreläsning 2014-10-21.
- Gustafsson, E.-L. (1987). *Marktäckning effekter på olika jordtyper*. Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.

- Hernández, P., Fernández, R., Novo, M., Trigo, D. & Díaz Cosín, D. J. (2007). Geostatistical and multivariate analysis of the horizontal distribution of an earthworm community in El Molar (Madrid, Spain). *Pedobiologia*, 51(1), ss. 13–21.
- H. S. Lin, K. J. McInnes, L. P. Wilding & C. T. Hallmark (1996). Effective Porosity and Flow Rate with Infiltration at Low Tensions into a Well-structured Subsoil. *Transactions of the ASAE*, 39(1), ss. 131–135.
- Hässelholms kommun. *Hovdala slotts historik*. <http://www.hasselholm.se/26810> [2014-12-17]
- Israelsson, Lena (1996). *Köksträdgården. Det gröna arvet*. Stockholm: Wahlström & Widstrand.
- Israelsson, Lena (2000). *Handbok för köksträdgården: odla grönsaker, kryddor och bär*. Stockholm. Wahlström och Widstrand.
- Johansson, I. (1987) Gödsling av frilandsodlade grönsaker. *Trädgårdsrådgivningen informerar*. Lantbruksstyrelsen (LBS).
- Johannsson, W. (1992). Markstruktur – fysikaliska egenskaper och betingelser. *Ekologisk trädgårdsodling. Från teori till praktik*. Jordbruksverket (SJV).
- Johansson, W. (2008). *Effekter av ny matjord och marktäckning på vattenomsättning och tillväxt hos korn på fem lerjordar*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för hydroteknik.
- Karlén, Helena. lärare vid SLU. (2014-12-15).
- Kewenter, E. och Turander, R. (2008). *Hovdala slott*. Hässelholm. Hässelholms kommun.
- Lagerlöf, J., Pålsson, O. & Arvidsson, J. (2012). Earthworms influenced by reduced tillage, conventional tillage and energy forest in Swedish agricultural field experiments. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 62(3), ss. 235–244.
- Lowe, C. & Butt, K. (2002). Influence of organic matter on earthworm production and behaviour: a laboratory-based approach with applications for soil restoration. *European Journal Of Soil Biology*, 38(2), ss. 173–176.
- Lipiec, J., Kuś, J., Słowińska-Jurkiewicz, A. & Nosalewicz, A. (2006). Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods. *Soil and Tillage Research*, 89(2), ss. 210–220.

Månsson, Stig. Emmaljunga torv AB. (2014-11-26) Mailkonversation.

Ohlander, L. J. R. (1997) Odlingssystem och växtföljder. *Ekologiskt lantbruk. Omläggning och växtodling*. Jordbruksverket (SJV).

Pitkänen, J., Nuutinen, V. & Nuutinen, V. (1997). Distribution and abundance of burrows formed by *Lumbricus Terrestris* L. and *Aporrectodea caliginosa* sav. in the soil profile. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(3-4), ss. 463–467.

Singh, B. & Malhi, B. (2006). Response of soil physical properties to tillage and residue management on two soils in a cool temperate environment. *Soil and Tillage Research*, 85(1-2), ss. 143–153.

Utbildningsverket (2010-02-26). *Bestämning av pH*. http://www.edu.fi/bestamning_av_ph [2014-11-10]

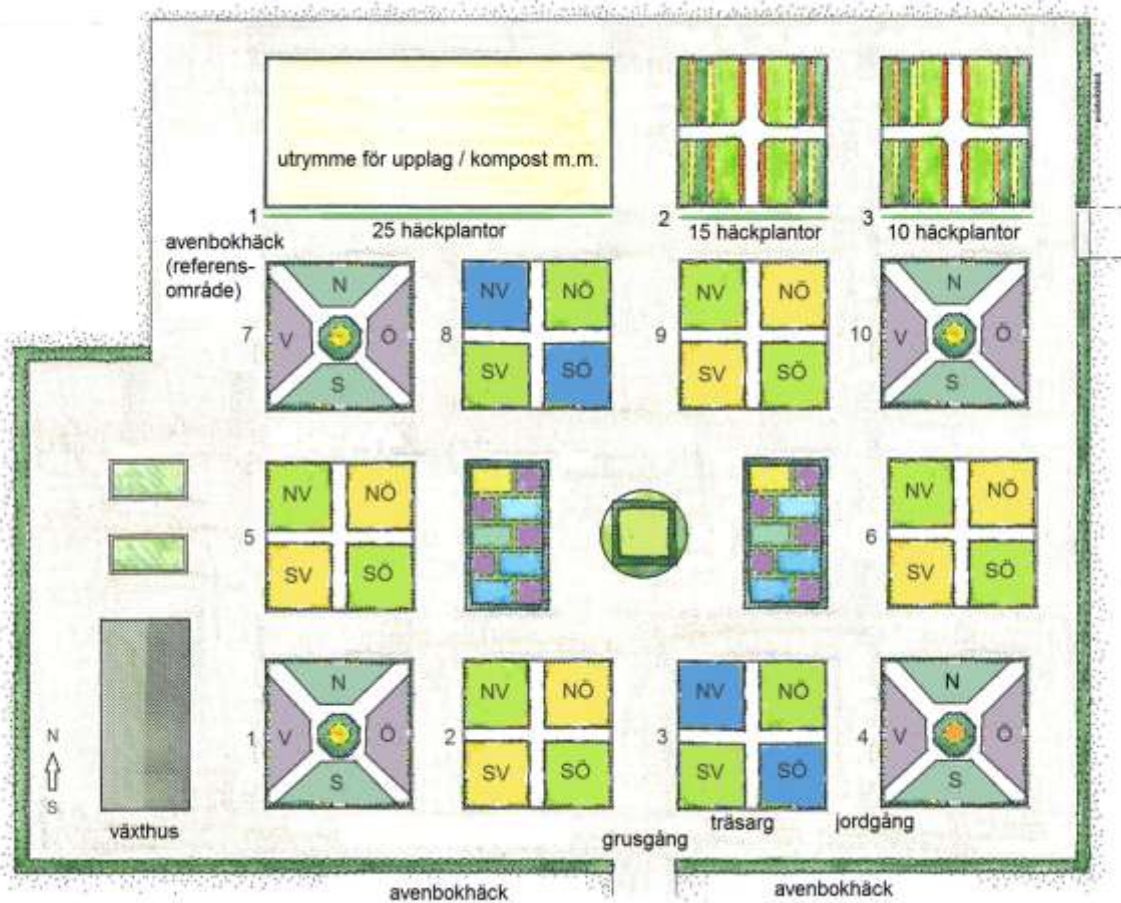
Valckx, J., Govers, G., Hermy, M., Muys, B. & Karaca, A. (2011). Optimizing Earthworm Sampling in Ecosystems. *Biology of earthworms, Soil biology* edition:volume 24, ss.19-38

Zhang, H. & Schrader, S. (1993). Earthworm effects on selected physical and chemical properties of soil aggregates. *Biology and Fertility of Soils*, 15(3), ss. 229–234.

Ögren, E. (1990). *Marktäckning i ekologisk köksväxtodling*. Årsrapport från Trädgårdsförsöksstationen.

Bilagor

Bilaga 1



Figur 14 Karta över köksträdgården på Hovdala (efter karta av Grundsten). Provtagning skedde i odlingsrutor 1-10 och vid refensplatsen (avenbokhäck 1, 2 och 3).

Tabell III. Platser för jordprover och markstrukturtest. Platserna kan ses på kartan (fig. 14). Platser i köksträdgården betecknas med nummer och väderstreck för respektive odlingsruta. Referensplatsernas siffror står för vilken avenbokhäck (1,2 eller 3) / vid vilken häckplanta grävningen skedde.

Testplatser			
Jordprover		Markstrukturindex	
Köksträdgården	Referensplatsen	Köksträdgården	Referensplatsen
1 V	1/13	2 SÖ	2/07
2 SV	1/15	8 SÖ	3/05
2 NÖ	1/17		
2 NV	1/20		
3 SV	1/24		
3 NV	2/04		
4 N	2/07		
6 NV	2/11		
7 V	2/15		
8 SV	2/20		
8 NÖ	2/25		
8 NV	2/35		
9 SÖ	2/40		
9 NV	3/10		
10 V	3/20		

Bilaga 2

Värden från provtagningar från respektive plats.

Tabell IV pH-värde på platser i köksträdgården.

Köksträdgården - pH	
Plats	pH
1V	7,3
2SV	7,4
2NÖ	7,4
2NV	7,4
3SV	7,3
3NV	7,5
4N	7,4
6NV	7,3
7V	7,6
8SV	7,4
8NÖ	7,2
8NV	7,4
9SÖ	7,4
9VN	7,3
10V	7,4
Medel	$7,4 \pm 0,1$
Standardavvikelse	0,1
Generalprov (Alnarp)	7,4
Generalprov (LMI)	6,7

Tabell V pH-värden på platser i referensområdet.

Referensområde - pH	
Plats	pH
1,13	7,1
1,15	6,7
1,17	6,6
1,20	6,3
1,24	6,2
2,04	6,7
2,11	6,2
2,15	6,3
2,20	6,1
2,25	6,5
2,35	6,5
2,40	6,6
2,07	6,6
3,10	6,2
3,20	6,2
Medel	$6,5 \pm 0,3$
Standardavvikelse	0,3
Generalprov (Alnarp)	6,6
Generalprov (LMI)	6,6



ANALYS-RAPPORT nr 12106

nr 12106

Sida 1 av 1

Datum 2014-12-11

Uppdragsgivare
SLU
FAKTURAAVDELNING
BOX 7090
750 07 UPPSALA

Provtagningsdat.
Provtagare Helena Karlén
Ankomstdat. 141124
Resultaten angivna i

ÄMNE		Mullhalt %	Jordart	Lt
		----	-----	-----
Provnamn	id(nr)			
Köksträdgård	2194	15.0	Mellanlera	0.5
Referens	2195	4.3	Mellanlera	0.3

ÄMNE		pH	Lera %
		----	-----
Provnamn	id(nr)		
Köksträdgård	2194	6.7	25-40
Referens	2195	6.6	25-40

[Signature]
Analysansvarig